

## Bor Uç Ürünleri ve BM Bor Teknolojileri Tecrübesi

### Boron End Products and Experiences of BM Boron Technologies

B. Tokmak  
*BM Bor Teknolojileri, Kayseri*

**ÖZET:** Bu sunuda BM Bor Teknolojileri ürettiği çeşitli bor bileşiklerinin üretim yöntemleri ve bu bileşiklerin kullanım yerleri sunulmaktadır. Sunuya konu olan bor karbür, bor nitrür, çinko borat üretim koşulları şöyledir: Bor karbür, borik asit ve karbonun yüksek sıcaklıklarda reaksiyonunu ile üretilir. Bor nitrür borik asit ve amonyakın yüksek sıcaklık altında reaksiyonu ile üretilir. Çinko borat, borik asit ve çinko oksidin yüksek sıcaklık altında reaksiyonu ile üretilir.

**ABSTRACT:** In this presentation different types of boron based products of BM Boron Technologies production methods and their uses presented. The production method of boron carbide, boron nitride and zinc borate are as follows: Boron carbide is produced by reaction of boric acid with carbon at high temperatures. Boron nitride is produced by reaction boric acid with ammonia at high temperatures. Zinc borate is produced with boric acid and zinc oxide under temperature

#### 1. GİRİŞ

BM Bor Teknolojileri Araştırma ve Geliştirme Şirketi'nin hedefi başta bor ve bor bileşikleri olmak üzere her türlü ileri teknoloji ürünü yeni malzemelerin, yeni üretim tekniklerinin ve yeni kullanım alanlarının araştırılması ve geliştirilmesi konularında bilimsel ve teknolojik çalışmalar yapmak, yeni ürünlerin teknoloji transferini ve pazarlamasını yapmaktır.

Tamamen 100% yerli sermaye ile kurulan BMBT, ülkemizin yerel hammadde kaynaklarının, bilgi kaynaklarının ve bağlı olduğu grubun sanayi birikimini kullanarak yüksek teknolojili son uç ürünler elde etmek üzere kurulmuştur. Bunların sonucunda Türkiye Cumhuriyeti'nin askeri ve sivil alanda kritik sayılabilecek hammadde ve bitmiş ürünlerde dışa bağımlılığını olabildiği ölçüde azaltmak hedeflenmiştir.

Bor karbür, elmas ve kübik bor nitrürden sonra bilinen en sert malzemedir. Seramik ve çok sert malzemelerin işlenmesinde, ateşe dayanıklı

alanlarda refrakter malzemesi olarak, metal matriks kompozitlerde, nozul ve balistik plaka yapımında kullanılmaktadır. Önemli bir uygulama alanı da nükleer santrallerde güvenlik amaçlı ve nükleer atık depolayıcı olarak ve reaktör kontrol çubuklarında kullanılmaktadır. BM Bor Teknolojileri mikron boyutlu bor karbür tozunun ve bor karbür plakanın üretimini İ.T.Ü. ile yaptığı ortak çalışma sonucu başarıyla gerçekleştirmiştir. Bor karbür plakaların boyut ve üretim koşulları üzerinde çalışmalarımız devam etmektedir.

Bor nitrür beyaz grafit olarak anılan yüksek sıcaklıkta oksidasyon direnci yüksek bir malzemedir. Bor nitrür kozmetik endüstrisinde katkı malzemesi ve elektrik yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bor nitrür, borik asit ve karbonun amonyak ortamında reaksiyona sokulmasıyla üretilir. BM Bor Teknolojileri'nin üzerinde çalıştığı bor nitrür ileri teknoloji seramiğinin üretim prosesinin projelendirilmesi tamamlanmıştır.

### B. Tokmak

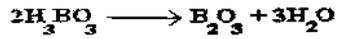
Son yıllarda termoplastiklerin günlük hayatta artan oranlarda kullanılmasıyla beraber bu malzemelerin alev almasının geciktirilmesi işlemlerinin de önemi artmıştır. Çinko borat, alev geciktirici olarak kullanılan kristal yapıda kristal bir maddedir. Çinko borat, birden fazla kimyasal formülle formülize edilebilir. Ticari olarak en yaygın kullanılan çinko borat  $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3,5H_2O$  kimyasal formülüne sahiptir. Çinko borat, borik asit ( $H_3BO_3$ ), çinko oksit ( $ZnO$ ) ve aşı kristalleri kullanılarak üretilmektedir. Reaksiyon oluşumuna; sıcaklık, karıştırma hızı, reaksiyon süresi,  $H_3BO_3/ZnO$  oranı gibi değişik parametreler etki etmektedir. BM Bor Teknolojileri üretimini yaptığı çinko boratın değişik sanayi kollarında denenmesini sağlamış, başarılı sonuçlar alınmıştır.

## 2. ÇALIŞMALAR

### 2.1 Bor Karbür

Bor karbür, borik asit ve karbonun katalizör ile yüksek sıcaklık altında reaksiyona girmesi ile üretilir. Proses, ark dirençli fırınlar, acheson fırını veya plazma yöntemleriyle gerçekleştirilebilir. Reaksiyona girecek hammaddelerin homojen bir şekilde karıştırılması kritiktir. Reaksiyon  $2000^\circ C$ 'nin üzerinde bir sıcaklıkta gerçekleşir. Proses sonunda ortaya çıkan bor karbür kütleler önce kaba öğütme ile küçültülür. Kaba öğütme aşamasından sonra mikronizasyon işlemiyle mikron boyutlu bor karbür tozu üretilir. Elde edilen bor karbür tozunun safsızlığını sağlamak için asit yıkama ve kurutma yapılarak yüksek saflıkta bor karbür tozu üretimi gerçekleştirilir.

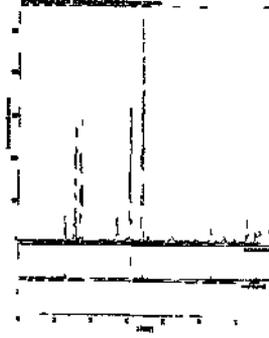
Reaksiyon adımları şöyledir:



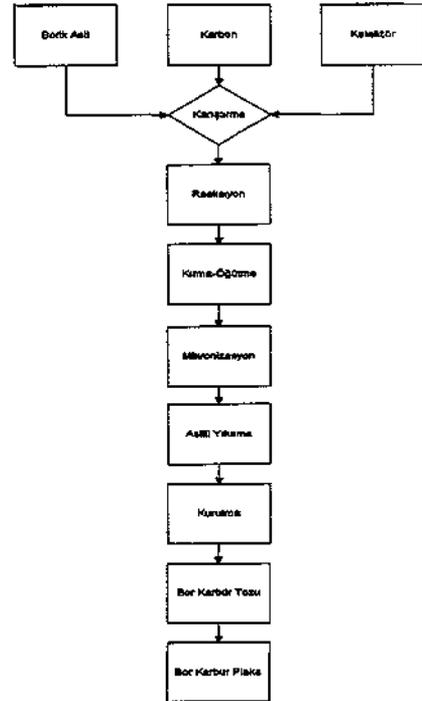
Borik asidin bor okside dönüşmesi ve bor oksidin karbon ile indirgenmesi ile bor karbür üretimi gerçekleştirilir.

Bor karbür üretimi acheson prosesi ile yapılmaktadır. Grafit dirençli fırınlarda yapılan

üretim grafit elementin çevresinde oluşturulan  $2000^\circ C$  üzeri sıcaklıkla borik asit ve karbon karışımı reaksiyona girerek bor karbür oluşturulur.

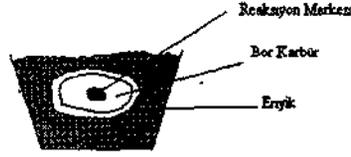
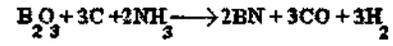


Şekil 1. B<sub>4</sub>C XRD Analizi.



Şekil 2. Bor Karbür Toz ve Plaka Proses Akış Şeması

Reaksiyon adımları şöyledir:

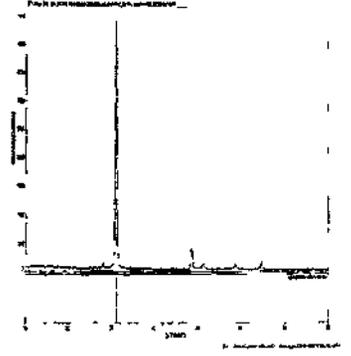


Şekil 3. Acheson Fırını

Reaksiyon kontrollü ısıtma rejimi ve ısı seviyeleriyle yürütülür.

### 2.2 Bor Nitrür

Bor nitrür ileri teknoloji seramiğinin üretim prosesi borik asit, ve karbonun amonyak ortamında katalizör eşliğinde yüksek sıcaklıkta reaksiyonu ile üretilir. Reaksiyon sonunda ortaya çıkan malzeme asit yıkama, vakum filtrasyon ve kurutma işlemlerinden geçirilir. Yüksek sıcaklık prosesi iki aşamalıdır. İlk sıcaklık seviyesinde 900-1000 °C de turbostratik bor nitrür üretilir. İkinci aşamada sıcaklık seviyesi 1800 °C'ye yükseltilerek hegzagonal bor nitrür üretilir.

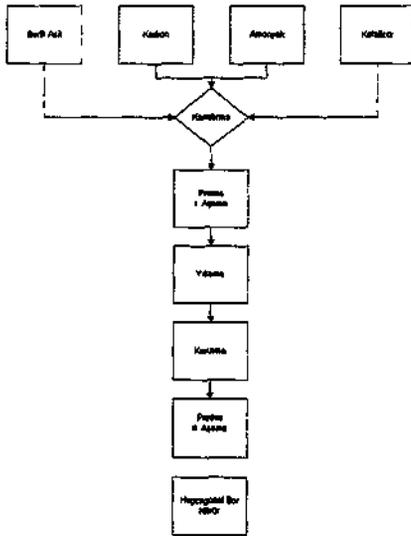


Şekil 5. BN XRD Analizi

### 2.3 Çinko Borat

Çinko borat, son yıllarda alev geciktirici olarak gittikçe artan oranlarda kullanılan ve bünyesinde bor ihtiva eden kimyasal bir maddedir. En yaygın olarak kullanılan çinko borat  $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3,5H_2O$ 'dır. Bununla birlikte bir çok farklı kimyasal formüle sahip çinko boratlar mevcuttur (örneğin;  $4ZnO \cdot B_2O_3 \cdot H_2O$ ,  $2ZnO \cdot 3B_2O_3$ ,  $ZnO \cdot B_2O_3 \cdot 2H_2O$ ,  $ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 7H_2O$ ,  $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 9H_2O$ ,  $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3H_2O$  gibi).

Çinko borat dışında ticari olarak kullanılan önemli alev geciktiricilerden bazıları; alüminyum trihidrat, magnezyum hidroksit, antimon bileşikleri, bromin, klorür ve fosfat bileşikleridir. Bunlardan antimon trioksit ve antimon trioksit-halojen karışımlarının, yanma esnasında zehirli duman açığa çıkarmaları sebebiyle kullanımları yasaklama yoluna gidilmiştir. Halojenli bileşiklerin kullanımının yasaklanması, alev geciktiricilerin kombine olarak kullanımını teşvik etmiştir. Çinko borat tek başına ve diğer yangın geciktiricilerle artan şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Çünkü çinko borat halojen olmayan bir formasyonda olup yanma



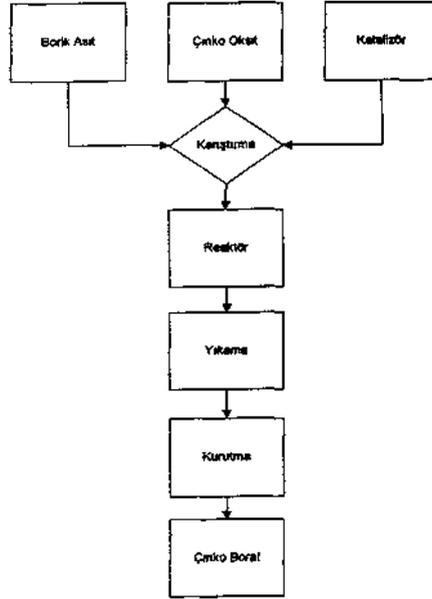
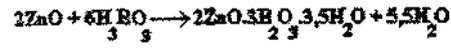
Şekil 4. Bor Nitrür Proses Akış Şeması

*B. Tokmak*

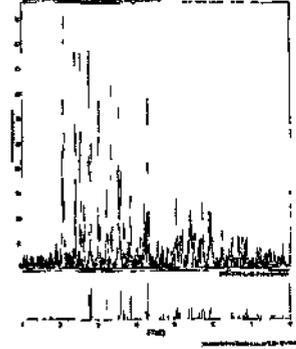
koşullarında daha az duman ve zehirli madde çıkmasını sağlar.

Çinko borat üretimi borik asit, çinko oksit ve katalizörün sıcaklık altında belli bir karıştırma hızında reaksiyona girmesi ile üretilir. Reaktörde üretilen çinko borat içindeki serbest borik asidin uzaklaştırılması için yıkama ve kurutma işlemleri uygulanır.

Reaksiyon formülü:



Şekil 6. Çinko Borat Proses Akış Şeması



Şekil 7. Çinko Borat XRD Analizi

**KAYNAKLAR**

- T. Ya.Kosolapova Institute of Ferrous Metallurgy Academy of Sciences of the Ukranian SSR Kiev.USSR Carbides Properties, Production and Application.
- William D. CaUiser, JR. Materials Science and Engineering and Introduction, Fifth Edition.
- R. Thompson, CBE, FEng Consultant Industrial Inorganic Chemicals: Production and Uses.
- David Segal Materials Chemistry Department, Harwell Laboratory, Oxfordshire Chemical Synthesis of Advanced Ceramic Materials
- Alan W. Weimer Carbide, Nitride and Boride Matrials Synthesis and Processing